

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

10 DE 41 12 936 A 1

51 Int. Cl. 5:

A 61 N 1/05

A 61 N 1/36

DE 41 12 936 A 1

21 Aktenzeichen: P 41 12 936.9

22 Anmeldetag: 17. 4. 91

23 Offenlegungstag: 24. 10. 91

30 Innere Priorität: 32 33 31

17.04.90 DE 40 12 554.8 30.07.90 DE 40 24 471.7

71 Anmelder:

Biotronik Meß- und Therapiegeräte GmbH & Co  
Ingenieurbüro Berlin, 1000 Berlin, DE

74 Vertreter:

Christiansen, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 1000 Berlin

72 Erfinder:

Heil, Horst F., Dr., 1000 Berlin, DE; Schaldach, Max,  
Prof. Dr.-Ing., 8520 Erlangen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 39 47 795 A1

DE 36 38 726 A1

DE 33 99 684 A1

DE 32 93 658 A1

DE 32 13 666 A1

US 49 36 317

US 49 34 381

EP 03 88 480 A1

EP 03 29 112 A1

EP 01 15 778 A1

EP 00 54 781 A1

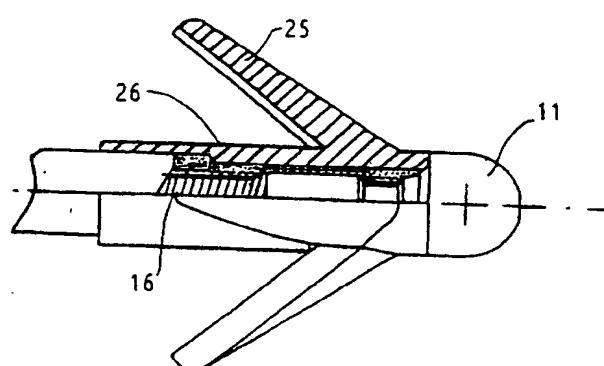
WEIMER, E.;  
SCHALDACH, M.: Biodegradation von Poly-ethylen  
und Polyäther-Polyurethan. In: Biomedizi- nische  
Technik, Bd.29, H.9, 1984, S.218-225;

SCHALDACH, M.;  
u.a.: Titannitrid-Herzschrif- macher-Elektroden. In:  
Biomedizinische Technik, Bd.34, H.7-8, 1989,  
S.185-190;

HÖHLER, H.;  
BENZ, J.: Erfahrungsbericht über den Einsatz einer  
neuen  
Herzschriftmacherelektrode. In: Electromedica 1/1983  
, S.2-5

54 Elektrode für medizinische Anwendungen

57 Elektrode für medizinische Anwendungen, insbesondere  
zur Verwendung als Herzschriftmacherelektrode, mit einer  
von einem Isoliermantel umgebenen, vorzugsweise wendel-  
förmigen, Zuleitung und einem Elektrodenkopf, der in sei-  
nem aktiven Bereich eine poröse Oberfläche aufweist, wobei  
der Elektrodenkopf (11) aus einem mit einer leitenden  
Beschichtung (23) überzogenen Grundkörper (10) aus einem  
nichtleitenden Werkstoff besteht.



DE 41 12 936 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Elektrode der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art sowie ein Verfahren zur Herstellung des Elektrodenkopfes.

Derartige Elektroden für medizinische Anwendungen, insbesondere für Stimulationszwecke, wie beispielsweise Herzschrittmacher, bestehen im allgemeinen aus einer isolierten, vorzugsweise wendelförmigen, Zuleitung und einem Elektrodenkopf zur Übertragung der Stimulationsimpulse. Der Elektrodenkopf weist dabei im aktiven Bereich eine poröse Oberflächenschicht auf, die Teil eines elektrisch leitenden Grundkörpers ist.

Die bekannten Elektroden haben jedoch den Nachteil, daß sie in der Herstellung aufwendig sind. Insbesondere ist das Aufbringen der porösen Beschichtung schwierig, da während des Beschichtungsprozesses die Eigenschaften des Grundkörpers beeinträchtigt werden können. Aus diesem Grunde ist auch die Auswahl der Beschichtungsverfahren und somit der Einfluß auf die Porösität der Beschichtung begrenzt sowie die Variationsmöglichkeit der Prozeßführung während des Beschichtungsvorgangs eingeschränkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Elektrode der eingangs genannten Gattung unter Beseitigung der genannten Nachteile die Konstruktion und das Herstellungsverfahren zu verbessern. Insbesondere sollen die Voraussetzungen geschaffen werden, um die Auswahl der Beschichtungsverfahren zu vergrößern und deren Parameter hinsichtlich der Porösität der Oberfläche unabhängig vom Grundkörper zu optimieren.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß durch das versehen des Elektrodenkopfes mit einem Elektrodengrundkörper aus einem nichtleitenden Werkstoff von insbesonderer großer Oberflächenrauhigkeit und dessen Beschichtung mit einem leitenden Werkstoff sich verschiedene Eigenschaften in vorteilhafter Weise überlagern, ohne daß die Stimulationseigenschaften beeinträchtigt werden. So ist eine nur wenige Mikrometer dicke leitfähige Schicht geeignet, den für die Stimulation notwendigen Strom zu führen. Die — von der Stimulation zeitlich getrennte — Signalaufnahme erfolgt dabei ohnehin hochohmig und damit nahezu stromlos. Die bisherigen Beschränkungen der Prozeßparameter mit Rücksicht auf mögliche nachteilige Veränderungen des Grundkörpers entfallen insbesondere bei der Verwendung eines Keramikgrundkörpers wegen dessen großer Temperaturbeständigkeit.

Insbesondere läßt sich auch die Verbindung mit der Zuleitung einfacher und herstellungsgünstiger gestalten. Zusätzlich werden durch das versehen des Grundkörpers mit einem nichtleitenden Werkstoff die Materialkosten für die Herstellung des Elektrodenkopfes gesenkt.

Insbesondere sind folgende vorteilhafte Weiterbildungen günstig:

Um die Bedingungen für das Beschichtungsverfahren zusätzlich zu verbessern, weist der Grundkörper eine rauhe Oberfläche auf. Dadurch wird gewährleistet, daß die schicht- bzw. die tropfschenweise aufzubringenden Werkstoffteilchen auf eine bereits poröse Fläche auftreffen und somit nacheinander durch stengeliges Wachstum die Beschichtung bilden. Damit sind günstige Voraussetzungen gegeben, um die Porositätseigenschaften der Oberflächenbeschichtung noch besser zum

Tragen zu bringen, so daß die Beschichtung durch stengeliges Wachstum, insbesondere bei TiN, aufbringbar ist. Aufgrund der Oberflächenrauheit des Grundkörpers im Mikrobereich und den damit vorhandenen Erhebungen und Tälern wird die Schattenbildung beim Aufbringen der Oberflächenbeschichtung der mikropischen, frei fliegenden Teilchen gefördert. Dies gilt insbesondere für das Aufbringen der Werkstoffteilchen mit Hilfe der reaktiven Kathodenerstäubung. Als Beschichtungsmaterialien kommen dabei bevorzugt in Frage: Platin, Platin-Iridium Verbindungen, Legierungen wie MP 35 N oder Ti-Al-N, Nitride, Oxide von beispielsweise Titan, Tantal, Eisen und Iridium.

In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung weist der Grundkörper einen sich in die Zuleitungswendel hinein erstreckenden Schaft auf. Hierbei erstreckt sich die leitende Beschichtung ebenfalls bis in diesen Bereich hinein. Aufgrund der schaftartigen Verlängerung des Elektrodenkopfs wird die Montage der Elektrode dahingehend erleichtert, daß durch bloßes Hineinstecken des Schaftes in die Zuleitungswendel zum einen der Kontakt zwischen Zuleitungswendel und dem Elektrodenkopf einfach herstellbar und desweiteren der Elektrodenkopf schnell fixierbar ist.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß der Grundkörper aus einem Werkstoff besteht, dessen spezifische Dichte kleiner ist als diejenige herkömmlicher metallischer Elektrodenwerkstoffe. Bevorzugt besteht der Grundkörper dabei aus einem Keramikwerkstoff, vorzugsweise einer Aluminiumoxid- oder Glas-Keramik. Dadurch wird gewährleistet, daß der Elektrodenkopf zum einen ein sehr geringes Gewicht und desweiteren die bereits erwähnte rauhe Oberfläche aufweist. Die Aluminiumoxid-Keramik hat sich hierbei als Implantatmaterial schon seit langem bewährt.

In einer anderen Weiterbildung der Erfindung besteht der Grundkörper aus einem Polymerwerkstoff, insbesondere einem Polysulfonwerkstoff, der den Aufbau einer günstigen Leitermatrix in der aufzubringenden Beschichtung während des Beschichtungsverfahrens ebenfalls unterstützt.

Als günstig erweist es sich auch, daß das herznah Ende der Zuleitungswendel auf den Schaft aufgeschoben und seinerseits von einem Mantelkörper bildenden Fixationselement umgeben ist. Dadurch ist dem aktiven Bereich benachbart das Fixationselement angeordnet, so daß eine exakte, dauerhafte Positionierung der Stimmulationsfläche im Herzen ermöglicht wird. Des Weiteren ist durch diese Konstruktion das Fixationselement bei Beschädigung leicht austauschbar.

Der Schaft weist vorzugsweise mindestens einen axialen Abschnitt auf, dessen Außendurchmesser den Innendurchmesser der Zuleitungswendel übertrifft. Weiterhin schließt sich an diesen Bereich in stufenförmigem Übergang mindestens ein Bereich an, dessen Außendurchmesser kleiner und insbesondere gleich oder geringer ist als der Innendurchmesser der Zuleitungswendel. Im montierten Zustand, also nach dem Überschieben der Zuleitungswendel, ist diese durch das Ausweiten von Bereichen der Wendel sowie durch die Stufung in axialer Richtung fixiert.

Um die Elektrode am Fixationsort möglichst präzise plazieren zu können weist der Schaft eine konzentrische, insbesondere zylindrische oder sich verjüngende Ausnehmung auf, die an die Spitze eines Führungsrahmen angepaßt ist. Der Elektrodenkopf wird also durch die Spitze des Führungsrahmen bewegt. Da diese Ausnehmung im nichtleitenden Bereich des Kopfes vorge-

sehen ist, bleiben die Stimulationsfläche und der Führungsdrat elektrisch voneinander getrennt.

Die Zuleitungswendel und der Mantelkörper sind bereichsweise miteinander verklebt, so daß zum einen der Mantelkörper fixiert wird, und zum anderen die durch die unterschiedlichen Durchmesser möglicherweise entstehenden Hohlräume zwischen der Zuleitungswendel und dem Mantelkörper ausgefüllt werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung bestehen der Mantelkörper und/oder der Isoliermantel aus Silikon, da dieser Werkstoff sich vielfach aufgrund seiner Biegsamkeit sowie seiner Körperverträglichkeit bewährt hat.

Um die eine gute Haftfestigkeit der Beschichtung auf dem Grundkörper zu gewährleisten, wird der Grundkörper, bevor die Beschichtung aufgebracht wird, plasmabehandelt.

Der Elektrodenkopf wird dabei in folgenden Verfahrensschritten hergestellt: Zunächst wird auf den vorgeformten nichtleitenden Grundkörper eine leitende Schicht durch ein Beschichtungsverfahren der Physical-Vapor-Deposition-Technologie, der Chemical-Vapor-Deposition-Technologie, Electron-Deposition-Technologie oder der Thermal-Spraying-Technologie so aufgebracht, daß eine poröse Oberfläche entsteht. In einem Verfahrensschritt werden dabei vorteilhaft sowohl der Elektrodenkopf als auch der Schaft beschichtet. Anschließend wird die Zuleitungswendel über den Schaft des Grundkörpers sowie dann der Mantelkörper über die Zuleitungswendel bis zum Elektrodenkopf gezogen, so daß der Mantelkörper und der Elektrodenkopf eng aneinander anliegen.

Der Grundkörper wird insbesondere in einem zweistufigen Prozeß hergestellt, wobei der Werkstoff zunächst gepreßt und anschließend gesintert wird. Die Rauigkeit des Grundkörpers ist in vorteilhafter Weise so gewählt, daß die Porosität der Beschichtung und diese Rauigkeit einander überlagern, so daß die Gesamt-oberfläche insgesamt sehr stark zunimmt. Dabei ist es besonders günstig, wenn die Dicke der Beschichtung kleiner ist als die Amplituden der Rauigkeit des Grundkörpers. Auf diese Weise tragen beide Oberflächenstrukturen zur Gesamtstruktur bei.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet bzw. werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1a bis 1c jeweils eine Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels eines Grundkörpers als Teil einer Herzschrittmacherelektrode sowie

Fig. 2a bis 2c ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, das entsprechend den Schritten des Herstellungsverfahrens in verschiedenen Teilquerschnitten dargestellt ist.

In den Fig. 1a bis 1c ist in einer Seitenansicht jeweils ein Ausführungsbeispiel eines Grundkörpers 10 der Elektrodenspitze dargestellt. Der Grundkörper 10 besteht dabei im wesentlichen aus einem halbkugelförmigen Elektrodenkopf 11 und einem mit dem Elektrodenkopf 11 materialeinheitlich verbundenen, im wesentlichen zylindrischen Schaft 12.

Der Elektrodenkopf 11 und der Schaft 12 sind koaxial angeordnet und weisen einen verrundeten Übergangsbereich 13 auf. Der Schaft 12 weist dabei an seinem freien Ende eine konzentrische Ausnehmung 14 auf, die einem Führungsdrat 15 angepaßt und dabei vorzugsweise sich in Richtung auf das stimulierende Ende der Elektrode verjüngend ausgebildet ist. Damit kann der

Elektrodenkopf mit dem Führungsdrat sicher erfaßt und auch geführt werden. Da die entsprechende Ausnehmung im nichtleitenden Bereich des Elektrodenkopfes angebracht ist, werden die elektrischen Eigenschaften auch bei einer möglichen probeweisen Stimulation mit eingeführtem Führungsdrat nicht verändert, wenn beispielsweise bei einer mehrlagigen coaxialen Leiteranordnung der Zuleitungswendel die innere vom Führungsdrat kontaktierte Wendel nicht mit dem Elektrodenkopf (sondern mit einem anderen Elektrodenteil) in leitender Verbindung steht.

Die in den Fig. 1a bis 1c dargestellten verschiedenen Ausführungsbeispiele der Grundkörper 10 unterscheiden sich jeweils in der Ausbildung ihres Schaftes 12, wobei der Schaft 12 in eine — hier nicht dargestellte — Zuleitungswendel 16 hineingesteckt wird: Um diese elektrisch leitende und üblicherweise mit einem Mantel aus Silikonkautschuk ummantelte Zuleitungswendel 16 in axialer Richtung auf dem Schaft 12 zu fixieren, weist dieser jeweils mindestens einen axialen Abschnitt auf, dessen Außendurchmesser den Innendurchmesser der Zuleitungswendel 16 übertrifft, so daß die Wendel durch ihre elastische Vorspannung gehalten wird: Gleichzeitig wird durch die durchgehend leitende Beschichtung des Grundkörpers die elektrische Verbindung hergestellt. Diesem Bereich schließt sich in stufenförmigem Übergang mindestens ein Bereich an, dessen Außendurchmesser kleiner und insbesondere gleich oder geringer ist als der Innendurchmesser der Zuleitungswendel 16. Durch diese einfache Befestigungsmöglichkeit der Zuleitungswendel 16 sind nur kurze Schaftlängen erforderlich.

Bei dem in Fig. 1a dargestellten Ausführungsbeispiel erstreckt sich der Schaft 12 in einem Abschnitt 17 von seinem freien Ende bis in den mittleren Bereich des Grundkörpers 10 mit konstanten, den Innendurchmesser der Zuleitungswendel 16 übertreffenden Außen-durchmesser. Daran schließt sich ein axialer Abschnitt 18 an, dessen Außendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser der Zuleitungswendel 16. Der Übergang der beiden zylindrischen axialen Abschnitte 17 und 18 ist stufenförmig ausgebildet. Es schließt sich der verrundete Bereich 13 an, wobei der Übergang ebenfalls gestuft ausgebildet ist.

In dem weiteren in Fig. 1b dargestellten Ausführungsbeispiel des Grundkörpers 10 weist der Schaft 12 von dem verrundeten Bereich 13 bis zu seinem freien Ende im wesentlichen einen gleichbleibenden Außen-durchmesser auf. Lediglich in drei Bereichen übersteigt der Außen-durchmesser des Schaftes 12 den Innendurchmesser der Zuleitungswendel 16. Diese Bereiche sind in einem gleichmäßigen Abstand zueinander vorgesehen und als ringförmige Verdickungen 19 des Schaftes 12 ausgebildet.

Der in Fig. 1c dargestellte Schaft 12 des Grundkörpers 10 besteht aus drei gleichförmig ausgebildeten Abschnitten 20, 21 und 22. In axialer Richtung weist dabei ein Abschnitt 20, 21 oder 22 jeweils zunächst einen Außen-durchmesser auf, der dem Innendurchmesser der Zuleitungswendel entspricht. Der Außen-durchmesser steigt in axialer Richtung bis zum nächsten Abschnitt gleichmäßig an. In einem gestuften Übergang schließt sich dann der nächste Abschnitt 20, 21, bzw. 22 an.

Im montierten Zustand, also nach dem Überschieben der Zuleitungswendel 16 über den Schaft 12, ist die Zuleitungswendel 16 durch ihr bereichsweises Ausweiten sowie durch die Stufung in axialer Richtung vorteilhaft fixiert.

In den Fig. 2a bis 2c ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung entsprechend den nacheinander folgenden Montageschritten im Teilquerschnitt dargestellt: Der Grundkörper 10 entspricht dabei dem in Fig. 1a dargestellten.

Der Grundkörper 10 besteht aus einer Aluminium-oxidkeramik und wird in einem zweistufigen Prozeß durch Pressen und Sintern hergestellt: Durch dieses Verfahren weist die Oberfläche des Grundkörpers 10 im Mikrobereich Täler und Spitzen auf, die das folgende Beschichtungsverfahren begünstigen. Mittels der Physical-Vapor-Deposition-Technologie wird dann eine poröse leitende Platin-Iridium-Beschichtung aufgebracht, wobei sich in einem stengeligen Wachstum die poröse Schicht 23 mit einer Dicke im Bereich von 5 bis 10  $\mu$  bildet. Aufgrund der nichtleitenden Aluminiumoxid-Keramik kann das Physical-Vapor-Deposition (PVD) Verfahren ohne Einschränkung angewendet und die Prozeßparameter hinsichtlich der Beschichtung optimiert werden. Dabei wird sowohl der Elektrodenkopf 11 als auch der Schaft 12, also der ganze Grundkörper 10, in einem Arbeitsgang beschichtet.

Über den mit der leitenden Platin-Iridium-Schicht 23 überzogenen Schaft 12 wird das herznahe Ende der Zuleitungswendel 16 bis zum verrundeten Bereich 13 geschoben: Auf die Zuleitungswendel 16 im axialen Abschnitt 18 sowie auf die Zuleitungswendel 16 im Bereich des freien Endes des Schaftes 12 wird nun Klebstoff aufgebracht, wodurch ein noch aufzubringender Mantelkörper 26 fixiert wird. Alternativ dazu kann der Grundkörper aber auch aus einem Polymer-Werkstoff bestehen.

Der als Fixationselement mit nach außen weisenden Blättern 25 ausgebildete Mantelkörper 26 wird über die mit Klebstoff versehenen Bereiche und die Zuleitungswendel bis zum Elektrodenkopf so aufgezogen, daß der Mantelkörper 26 und der Elektrodenkopf 11 eng aneinander anliegen: Der noch unbedeckte Bereich der Zuleitungswendel 16 wird nun mit einem den isolierenden Mantel bildenden Siliconenschlauch 24 umgeben: Der Siliconenschlauch 24 ragt hierbei bis in den Mantelkörper 26 hinein: Auf diese Weise ist bis auf den aktiven Bereich des Elektrodenkopfes 11 der Schaft 12 sowie die Zuleitungswendel 16 vollständig von dem Siliconenschlauch 24 bzw. von dem Mantelkörper 26 umgeben.

Dem aktiven Bereich des Elektrodenkopfes 11 ist damit direkt benachbart der Mantelkörper 26 angeordnet, so daß eine exakte, dauerhafte Positionierung der Stimulationsfläche im Herzen ermöglicht ist.

Durch die Überlagerung der Oberflächenrauhigkeiten der Elektrode, in dem nämlich der unbeschichtete Grundkörper 10 eine hohe Oberflächenrauhigkeit aufweist, die der Rauigkeit oder Porosität der Beschichtung überlagert und insbesondere die Dicke der Beschichtung kleiner als die Amplitude der Rauigkeit des Grundkörpers ist, wird die elektrisch wirksame Oberfläche wesentlich heraufgesetzt, was sich insbesondere bei der Signalaufnahme zwischen Stimulationsimpulsen günstig bemerkbar macht. Die Rauigkeit des Grundkörpers fördert aber auch bereits im Beschichtungsverfahren das Anhaften und den — insbesondere unregelmäßigen — Aufbau der Beschichtung und trägt damit ebenfalls zur Oberflächenvergrößerung bei.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte Ausführungsbeispiel. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Ge-

brauch macht.

#### Patentansprüche

1. Elektrode für medizinische Anwendungen, insbesondere zur Verwendung als Herzschrittmacher-Elektrode, mit einer von einem Isoliermantel umgebenen, vorzugsweise wendelförmigen, Zuleitung und einem Elektrodenkopf, der in seinem aktiven Bereich eine poröse Oberfläche mit aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrodenkopf (11) aus einem mit einer leitenden Beschichtung (23) überzogenen Grundkörper (10) aus einem nichtleitendem Werkstoff besteht.
- 2: Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der unbeschichtete Grundkörper (10) eine hohe Oberflächenrauhigkeit aufweist, die der Rauigkeit oder Porosität der Beschichtung überlagert und insbesondere die Dicke der Beschichtung kleiner als die Amplituden der Rauigkeit des Grundkörpers ist.
3. Elektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (10) einen sich in die Zuleitungswendel (16) hinein erstreckenden Schaft (12) aufweist und sich die leitende Beschichtung (23) ebenfalls bis in diesen Bereich hinein erstreckt.
4. Elektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (10) aus einem Werkstoff besteht, dessen spezifische Dichte kleiner ist als diejenige herkömmlicher metallischer Elektrodenwerkstoffe.
5. Elektrode nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (10) aus einem Keramikwerkstoff, vorzugsweise einer Aluminium-oxid- oder Glas-Keramik, besteht.
6. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (10) aus einem Polymerwerkstoff, insbesondere einem Polysulfonwerkstoff, besteht.
7. Elektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung aus einer Pt-, Pt-Ir-, MP 35 N-, oder Ti-Al-N-Legierung besteht und mittels eines PVD-Verfahrens, insbesondere durch Aufdampfen oder Kathodenzerstäubung, aufgebracht ist oder aus einem Nitrid oder Oxid von Ti, Ta, Fe oder Ir besteht und vorzugsweise mittels reaktiver Kathodenzerstäubung erzeugt ist.
8. Elektrode nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das herznahe Ende der Zuleitung (16) auf den Schaft (12) aufgeschoben und seinerseits von einem Fixationselemente tragen Mantelkörper umgeben ist.
9. Elektrode nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (12) mindestens einen axialen Abschnitt (17) aufweist, dessen Außendurchmesser den Innendurchmesser der Zuleitungswendel übertrifft.
10. Elektrode nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich an diesen Bereich in stufenförmigem Übergang mindestens ein Bereich (18) anschließt, dessen Außendurchmesser kleiner ist und insbesondere gleich oder geringer ist als der Innendurchmesser der Zuleitungswendel (16).
11. Elektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaft (12) eine konzentrische, insbesondere zylindrische

und/oder sich zum herzseitigen Ende hin verjüngende, Ausnehmung (14) aufweist, die an die Spitze eines Führungsdrähtes (15) angepaßt ist.

12. Elektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuleitungswendel (16) und der Mantelkörper (26) bereichsweise miteinander verklebt sind. 5

13. Elektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantelkörper (26) und/oder der Isoliermantel (24) aus Silikon besteht. 10

14. Elektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (10) plasmabehandelt ist, so daß dieser eine erhöhte Haftfestigkeit in bezug auf die Beschichtung (23) aufweist. 15

15. Elektrode nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung eine Dicke im Bereich von 5 bis 10  $\mu$  aufweist. 20

16. Verfahren zur Herstellung des Elektrodenkopfes nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:  
auf den vorgeformten nichtleitenden Grundkörper (10) wird eine leitende Schicht (23) durch ein Be- 25  
schichtungsverfahren der  
der Physical-Vapor-Deposition-Technologie,  
der Chemical-Vapor-Deposition-Technologie,  
der Electron-Deposition-Technologie oder  
der Thermal-Spraying-Technologie 30

so aufgebracht, daß eine poröse Oberfläche entsteht,  
die wendelförmige Zuleitung wird über den Schaft 35

(12) des Grundkörpers (10) gezogen,  
der Mantelkörper (26) wird über die wendelförmige Zuleitung (16) bis zum Elektrodenkopf (11) ge- 40  
zogen, so daß der Mantelkörper (26) und der Elektrodenkopf (11) eng aneinander anliegen.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (10) in einem zweistufigen Prozeß hergestellt wird, wobei der Werkstoff zunächst gepreßt und anschließend gesintert wird. 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

— Leerseite —

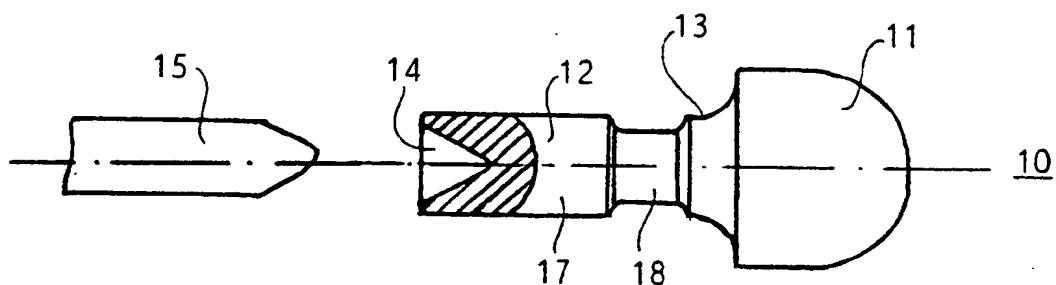


Fig. 1a

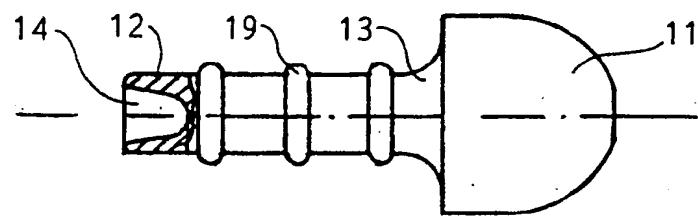


Fig. 1b

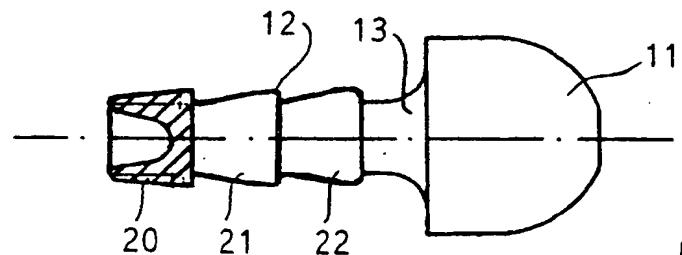


Fig. 1c

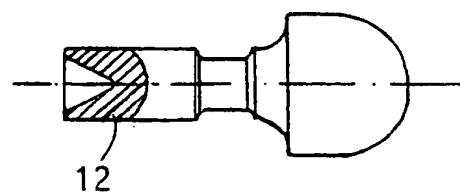


Fig. 2a

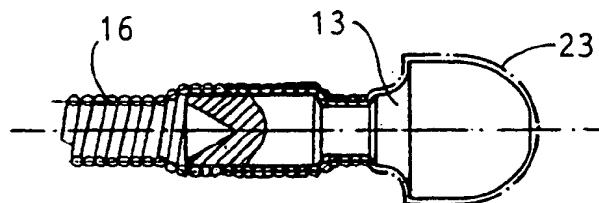


Fig. 2b

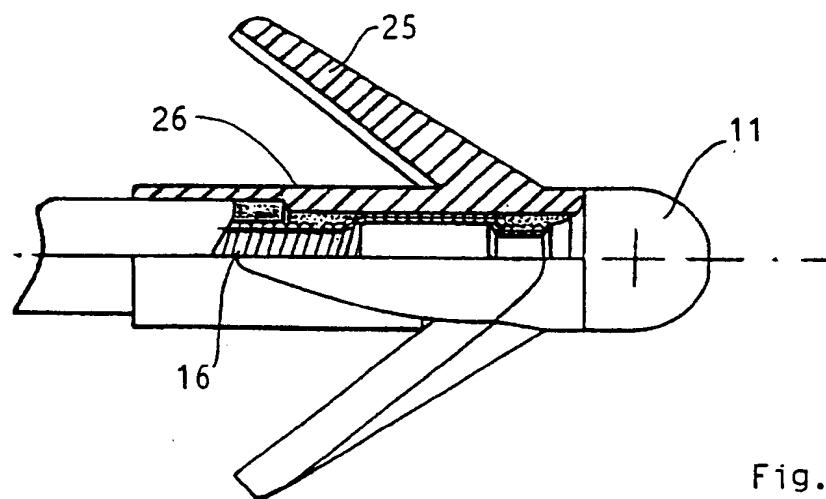


Fig. 2c